

076697  
108/1

# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 22 JUL. 2003

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
www.inpi.fr





26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DS 543 W / 2F / 894

<b>REMISE DES PIÈCES</b> DATE LILU <b>9 SEPT 2002</b> <b>75 INPI PARIS</b> N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL, ATTRIBUE PAR L'INPI <b>0211128</b> DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI <b>09 SEP. 2002</b>		<b>1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE COMPAGNIE FINANCIERE ALCATEL Département PI Régis VIGAND 30 avenue Kléber 75116 PARIS	
<b>Vos références pour ce dossier</b> <i>(facultatif)</i> 104344/RV/OOOFD/TPM			
<b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b> <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
<b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b>		<b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b>	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
<i>Demande de brevet initiale</i> <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i>		N°	Date <input type="text"/>
		N°	Date <input type="text"/>
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>		<input type="checkbox"/>	Date <input type="text"/>
		N°	Date <input type="text"/>
<b>3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</b> SYSTEME ANTI-PMD			
<b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ</b> <b>OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE</b> <b>LA DATE DE DÉPÔT D'UNE</b> <b>DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		Pays ou organisation Date <input type="text"/> N° Pays ou organisation Date <input type="text"/> N° Pays ou organisation Date <input type="text"/> N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
<b>5 DEMANDEUR</b>		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		ALCATEL	
Prénoms			
Forme juridique		Société Anonyme	
N° SIREN		5.4.2.0.1.9.0.9.6	
Code APE-NAF			
Adresse	Rue	54, rue La Boétie	
	Code postal et ville	75008   PARIS	
Pays		FRANCE	
Nationalité		Française	
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>			
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>			
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>			

# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2



Réservé à l'INPI

REMISE DES PIÈCES

DATE

LIEU

9 SEPT 2002

75 INPI PARIS

N° D'ENREGISTREMENT

0211128

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

CE 54-W 250309

Vos références pour ce dossier :

(facultatif)

104344/RV/OOFD/TPM

Y

**6 MANDATAIRE**

Nom

VIGAND

Prénom

Régis

Cabinet ou Société

Compagnie Financière Alcatel

N° de pouvoir permanent et/ou  
de lien contractuel

PG 9222

Adresse

Rue

30 Avenue Kléber

Code postal et ville

75116

PARIS

N° de téléphone (facultatif)

N° de télécopie (facultatif)

Adresse électronique (facultatif)

**7 INVENTEUR (S)**

Les inventeurs sont les demandeurs

☐ Oui☒ Non

Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée

**8 RAPPORT DE RECHERCHE**

Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)

Établissement immédiat  
ou établissement différé☒☐

Paiement échelonné de la redevance

Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques

☐ Oui☒ Non**9 RÉDUCTION DU TAUX  
DES REDEVANCES**

Uniquement pour les personnes physiques

☐ Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition)☐ Requête antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission  
pour cette invention ou indiquer sa référence) :Si vous avez utilisé l'imprimé «Sulte»,  
indiquez le nombre de pages jointes

**10 SIGNATURE DU DEMANDEUR**  
~~XX~~ DU MANDATAIRE  
 (Nom et qualité du signataire)

Régis VIGAND / LC 40 B

**VISA DE LA PRÉFECTURE  
OU DE L'INPI**

MME BLANCANEUX

## SYSTEME ANTI-PMD

L'invention concerne le domaine des systèmes anti-PMD dont le but est de diminuer la PMD d'une fibre optique lors du procédé de fibrage. La PMD est la dispersion modale de polarisation (« polarization modal dispersion » en terminologie anglo-saxonne). La dispersion modale de polarisation est un inconvénient pour la fibre optique car elle entraîne une dégradation du signal se propageant dans la fibre optique. Cet inconvénient prend de plus en plus d'importance au fur et à mesure que les débits dans les réseaux de communication à fibres optiques augmentent.

Selon un art antérieur, il est connu d'utiliser un système anti-PMD appelé système SZ. Ce système est basé sur l'utilisation d'une poulie plate oscillante en rotation. Ce système est par exemple décrit dans le brevet européen EP 582405 incorporé ici par référence, ou encore dans le brevet européen EP 744636. Le système SZ comprend une poulie plate. Une poulie plate est une poulie dont la surface extérieure périphérique est cylindrique. Le système SZ est positionné à la base de la tour de fibrage, dans le plan de passage de la fibre optique laquelle fibre optique fait un coude au niveau de la poulie plate. Le plan de passage de la fibre optique est aussi appelé plan de fibrage. La poulie plate, en rotation autour de son axe de rotation, oscille également autour de l'axe vertical de fibrage lequel axe est son axe d'oscillation, et symétriquement par rapport au plan de fibrage. Des poulies en V situées avant la poulie plate oscillante et des doigts de guidage situés après la poulie plate oscillante permettent de guider la fibre optique dans le plan de fibrage. Les oscillations de la poulie, alternativement de droite à gauche puis de gauche à droite, appliquent un couple de torsion sur la fibre optique qui est déjà recouverte de son revêtement secondaire. Un inconvénient de cet art antérieur est d'aboutir à des fibres optiques dont la PMD reste encore trop élevée.

L'invention propose un système anti-PMD amélioré permettant de réduire davantage la PMD des fibres optiques lors du fibrage desdites fibres optiques. Pour cela, l'invention propose un système anti-PMD basé sur l'utilisation d'une poulie oscillante en rotation qui soit convexe de manière à augmenter le rapport entre d'une part l'angle entre la fibre optique en contact avec la poulie et la perpendiculaire à l'axe de rotation et à l'axe d'oscillation de la poulie et d'autre part l'angle entre le plan de fibrage de la fibre optique et la perpendiculaire à l'axe de rotation et à l'axe d'oscillation de la poulie de façon à augmenter le couple de torsion appliqué à la fibre optique de manière à diminuer la PMD de la

5 fibre optique. En effet, lorsque le rapport entre d'une part l'angle entre la fibre optique en contact avec la poulie et la perpendiculaire à l'axe de rotation et à l'axe d'oscillation de la poulie et d'autre part l'angle entre le plan de fibrage de la fibre optique et la perpendiculaire à l'axe de rotation et à l'axe d'oscillation de la poulie augmente, cela signifie qu'à amplitude d'oscillation donnée de la poulie, l'angle entre la fibre optique en contact avec la poulie et la perpendiculaire à l'axe de rotation et à l'axe d'oscillation de la poulie augmente ce qui fait tourner davantage la fibre optique sur elle-même augmentant ainsi le couple de torsion appliqué à la fibre optique.

10 Selon l'invention, il est prévu un système anti-PMD comprenant une poulie oscillante en rotation, la poulie appliquant, lors du fibrage d'une fibre optique, alternativement dans le sens des aiguilles d'une montre et dans le sens inverse à celui des aiguilles d'une montre, un couple de torsion à la fibre optique de manière à diminuer sa PMD, caractérisé en ce qu'au moins la partie de la surface  
15 extérieure de la poulie destinée à être en contact avec la fibre optique pendant le fibrage est convexe.

L'objet de l'invention concerne également la poulie convexe elle-même, avec éventuellement ses caractéristiques optionnelles avantageuses décrites ci-après, dans la mesure où ladite poulie est destinée à être utilisée dans un système  
20 anti-PMD pour fibre optique.

L'invention sera mieux comprise et d'autres particularités et avantages apparaîtront à l'aide de la description ci-après et des dessins joints, donnés à titre d'exemples, où :

- 25 - la figure 1 représente schématiquement une portion d'une chaîne de fibrage d'une fibre optique à partir d'une préforme ;  
- les figures 2 à 4 représentent des diagrammes explicatifs de la réduction de PMD des fibres optiques dans le système anti-PMD selon l'art antérieur ;  
- les figures 5 à 7 représentent des diagrammes explicatifs de la réduction  
30 de PMD des fibres optiques dans le système anti-PMD selon l'invention.

La figure 1 représente schématiquement une portion d'une chaîne de fibrage d'une fibre optique à partir d'une préforme, portion dans laquelle s'intègre le système anti-PMD selon l'invention. La figure 1 représente la portion  
35 de chaîne de fibrage située au bas de la tour de fibrage. La fibre optique FO, déjà revêtue de ses deux revêtements, défile dans le sens des flèches pleines. Encore en

mouvement vertical, la fibre optique FO est guidée par des poulies de guidage PG. Puis la fibre optique FO change de direction en passant sur la poulie oscillante P'. A la sortie de la poulie P' oscillante, la fibre optique FO est en mouvement horizontal et est guidée par des doigts de guidage DG. Le cabestan, non représenté sur la figure 1 pour des raisons de simplicité, est situé en aval des doigts de guidage DG. Des flèches pointillées montrent les différentes vues qui seront utilisées dans les figures suivantes.

Les différentes étapes de fabrication de la fibre optique lors du procédé de fibrage ont une influence importante sur les ovalités d'indice et de géométrie du cœur de la préforme et par conséquent de la fibre optique également, lesquelles ovalités sont l'une des causes d'une PMD importante. Or, les fibres optiques dont la PMD est trop importante ne peuvent pas être vendues car ladite PMD dégraderait de manière trop importante le signal optique transmis par ladite fibre optique. Lors du fibrage, la méthode utilisée pour réduire la PMD d'une fibre optique, consiste à faire tourner la fibre optique sur elle-même, alternativement dans un sens de rotation, par exemple le sens des aiguilles d'une montre, puis dans l'autre, par exemple le sens inverse à celui des aiguilles d'une montre. Le système anti-PMD, qui permet de vriller la fibre optique, situé à la base de la tour de fibrage, agit de préférence sur la fibre optique recouverte de ses deux revêtements. Le couple de torsion, appliqué à la fibre optique, est transmis jusqu'au cône de verre visqueux de la préforme, situé dans le four de fibrage, plusieurs mètres au-dessus du système anti-PMD. Le verre « mou » et vrillé qui est tiré vers le bas de la tour de fibrage par la traction du cabestan, se refroidit ensuite rapidement (c'est ce que l'on appelle la « trempe du verre »), ce qui fige dans le verre, la torsion exercée par le système anti-PMD. Dans une limite raisonnable, plus la fibre optique est vrillée alternativement dans un sens puis dans l'autre, plus la PMD de ladite fibre optique sera faible et mieux ce sera. La PMD liée à l'ovalité d'indice (ovalité d'indice de cœur dans le plan perpendiculaire à l'axe de transmission de la lumière) peut être corrigée par la torsion de la fibre optique, comme pour l'ovalité géométrique. Par contre, une PMD qui serait liée à un défaut dans le verre, ou à une variation d'indice dans l'axe longitudinal de la fibre optique, ne serait pas modifiée par le système anti-PMD.

Les figures 2 à 4 représentent des diagrammes explicatifs de la réduction de PMD des fibres optiques dans le système anti-PMD selon l'art antérieur. Les figures 5 à 7 représentent des diagrammes explicatifs de la réduction de PMD des fibres optiques dans le système anti-PMD selon l'invention. Les figures 2, et 5

représentent des vues de profil de la poulie parallèle au plan de fibrage et vue depuis le cabestan. Les figures 3 et 6 représentent respectivement la poulie des figures 2 et 5 mais en oscillation et vue du cabestan. Les figures 4 et 7 représentent respectivement la poulie des figures 2 et 5 mais en oscillation et vue de dessous la poulie. Le sens de défilement de la fibre optique est indiqué par des flèches étroites droites. Le sens d'oscillation de la poulie est indiqué par des flèches larges. Le sens de roulement de la fibre optique sur la poulie est indiqué par des flèches étroites courbes. La poulie oscillante en rotation est notée poulie P lorsqu'elle est plate comme sur les figures 2 à 4 et P' lorsqu'elle est convexe comme sur les figures 5 à 7. La surface extérieure périphérique SE de la poulie plate P est cylindrique. La surface extérieure périphérique SE' de la poulie convexe P' est torique. La fibre optique est représentée par ses portions FOL libres de contact avec la poulie P ou P' et par ses portions FOC en contact avec la poulie P ou P'. La poulie P ou P' est en rotation autour de son axe ar de rotation. La poulie P ou P' est en oscillation autour de son axe vertical d'oscillation av. La perpendiculaire aux axes ar de rotation et av d'oscillation est notée pe. Lors de l'oscillation de la poulie P ou P', la fibre optique en amont de la poulie P ou P' arrive sur la poulie P ou P' au niveau d'une position verticale d'entrée pve et quitte la poulie P ou P' au niveau d'une position verticale de sortie pvs. Le décalage horizontal entre la position verticale de sortie pvs et l'axe vertical av est noté décalage d. Le plan de fibrage est noté PLF. L'angle  $\beta$  est l'angle entre d'une part la perpendiculaire pe aux axes ar de rotation et av vertical d'oscillation et d'autre part la portion FOC de fibre optique en contact avec la poulie P ou P'. L'angle  $\alpha$  est l'angle entre d'une part la perpendiculaire pe aux axes ar de rotation et av vertical d'oscillation et d'autre part le plan de fibrage PLF. L'angle  $\alpha$  est représentatif de l'amplitude des oscillations de la poulie oscillante P ou P'. Le décalage d et l'angle  $\beta$  sont représentatifs de l'écart de la fibre optique à sa position d'équilibre, donc de l'effet des oscillations de la poulies P ou P' sur la fibre optique, donc de l'efficacité du traitement anti-PMD appliqué à la fibre optique par la poulie oscillante P ou P'. L'angle  $\beta$  de la poulie convexe P' de la figure 7 est substantiellement plus important que l'angle  $\beta$  de la poulie plate P de la figure 4.

La poulie P ou P' oscille autour de l'axe av vertical d'oscillation. En entrée de la poulie oscillante P ou P', la zone de contact entre la fibre optique et la poulie P ou P' n'intervient que très peu dans le couple de torsion exercé sur la fibre optique. L'action de la poulie oscillante P ou P' sur la fibre optique est localisée



essentiellement entre le milieu de la zone de contact FOC entre la fibre optique et la poulie oscillante P ou P' d'une part et la sortie de la poulie oscillante P ou P' d'autre part. Pendant le fibrage, la poulie oscillante P ou P' tourne sur elle-même autour de son axe de rotation, car elle est entraînée par la fibre optique qui défile. Lorsque la poulie P ou P' oscille comme sur les figures 3 et 6, alors la poulie P ou P' exerce un couple de torsion sur la fibre optique. Ce couple de torsion assure la plus grande partie de la rotation de la fibre optique. Plus l'amplitude de l'oscillation de la poulie P ou P' est importante, plus le couple exercé par la poulie P ou P' est important, et plus la fibre optique tourne. En considérant le cas idéal où la fibre optique roule sans glissement sur la poulie P ou P', pour un angle  $\alpha$  donné d'amplitude d'oscillation de la poulie P ou P', dans le cas de la poulie plate P, le décalage  $d$  et l'angle  $\beta$  restent relativement faibles tandis qu'ils deviennent substantiellement plus importants dans le cas de la poulie convexe P', car la fibre optique, n'étant plus au contact d'une surface plate mais d'une surface convexe, s'écarte plus facilement de sa position d'équilibre. A grande vitesse de fibrage, les résultats précédents restent valables mais l'explication en est plus complexe à cause des phénomènes de glissements et de vibrations de la fibre optique. Les phénomènes de glissement restent très limités, même à grande vitesse de fibrage. Ce sont surtout les phénomènes vibratoires qui deviennent importants.

Le système anti-PMD selon l'invention n'est pas plus compliqué que le système anti-PMD SZ de l'art antérieur qui est un système bien connu et bien maîtrisé ; seule la modification d'un seul élément, à savoir la poulie oscillante, permet de mettre en œuvre le procédé selon l'invention et de nettement améliorer les résultats en termes de PMD de fibre optique obtenue. Il est aussi possible, pour une PMD de fibre optique obtenue équivalente grâce à un maintien de la valeur du couple de torsion appliqué à la fibre optique, de nettement diminuer l'angle d'oscillation de la poulie oscillante afin d'améliorer la qualité du revêtement de la fibre optique. Au contraire de ce qui aurait pu être redouté à priori, le caractère convexe de la poulie n'augmente pas significativement les défauts de revêtement de la fibre optique par rapport au cas d'une poulie plate. L'efficacité d'une poulie oscillante plate étant fonction croissante de son diamètre, on peut obtenir avec une poulie convexe de diamètre relativement plus faible les mêmes résultats en termes de PMD de fibre optique obtenue qu'avec une poulie plate de diamètre relativement plus important.

Des plages de valeurs préférentielles pour le rayon de la poulie et pour le rayon de courbure de sa convexité, permettant d'obtenir pour la fibre optique la PMD la plus basse possible vont maintenant être données. Soient  $R$  le rayon de la poulie et  $r$  le rayon de courbure de la partie convexe de la surface extérieure périphérique de la poulie.

De préférence, le rapport  $r/R$  est compris entre  $\frac{1}{2}$  et 1. Dans le cas où le rayon  $R$  de la poulie est supérieur à 50mm et avantageusement dans le cas où l'amplitude des oscillations est également limitée à quelques degrés de part et d'autre de la position verticale de la poulie, le rapport  $r/R$  peut aussi être compris entre  $\frac{1}{4}$  et  $\frac{1}{2}$ . En deçà d'un certain rayon  $r$  de courbure, le risque de déjancer pour la fibre optique n'est plus négligeable et des problèmes aussi bien de défaut de revêtement de la fibre optique que de défaut d'alignement de la poulie peuvent apparaître. Dans le cas où le rayon  $R$  de la poulie est inférieur à 50mm, le rapport  $r/R$  peut également être compris entre 1 et 2. Au-delà d'un certain rayon  $r$  de courbure, le gain d'une poulie convexe par rapport à une poulie plate devient de moins en moins intéressant.

De préférence, le rayon  $r$  de courbure de la partie convexe de la surface extérieure périphérique de la poulie est constant sur toute la partie convexe de la surface extérieure périphérique de la poulie, c'est-à-dire qu'une coupe de la poulie par un plan de symétrie passant par l'axe de rotation de la poulie donnerait une trace de la surface extérieure périphérique qui soit préférentiellement circulaire plutôt qu'elliptique ou conique ou autre. La poulie selon l'art antérieur était appelée plate car une coupe de la poulie par un plan de symétrie passant par l'axe de rotation de la poulie donnait une trace de la surface extérieure périphérique qui était rectiligne. De préférence, toute la surface extérieure périphérique de la poulie est convexe et pas seulement sa partie destinée à être au contact de la fibre optique.

De préférence, le rayon  $R$  de la poulie est inférieur ou égal à 100mm, car au-delà les poulies deviennent encombrantes et le gain en termes de PMD de fibre optique obtenue par rapport à la poulie plate moins intéressant. De préférence, le rayon  $R$  de la poulie est supérieur ou égal à 25mm afin d'éviter que la fibre optique ne déjante et quitte la surface extérieure périphérique de la poulie.

De plus, une poulie dont la surface extérieure périphérique est trop large ne présente que peu d'intérêt dans la mesure où une grande partie de la surface extérieure périphérique de ladite poulie n'est pas en contact avec la fibre optique et est donc inutile. La surface extérieure périphérique de la poulie est également

de préférence la plus régulière et la plus lisse possible, en effet, des aspérités pourraient endommager le revêtement de la fibre optique.

Plus la poulie oscillante a un grand rayon  $R$ , et pour une même largeur de poulie oscillante, plus sa course est importante et plus le risque pour la fibre optique de déjancer est important. La poulie oscillante convexe selon l'invention permet l'utilisation d'une poulie de rayon plus faible pour un résultat équivalent en termes de PMD de fibre optique obtenue, ce qui permet alors de se passer de rebords de guidage sur la poulie convexe selon l'invention. De préférence, la poulie convexe selon l'invention ne comporte pas de rebords de guidage. Les oscillations de ladite poulie présentent avantageusement également une amplitude angulaire suffisamment faible pour que la fibre optique ne déjante pas de la poulie malgré l'absence de rebords de guidage sur la poulie.

Dans un exemple numérique, une poulie plate selon l'art antérieur de 76,5mm de rayon est comparée à une poulie convexe selon l'invention de même rayon et de rayon de courbure constant valant également 76,5mm. Des conditions d'oscillation identiques, exprimées en Hertz pour leur fréquence et en degrés pour leur amplitude, sont appliquées aux deux poulies. Le paramètre exprimé dans les cases du tableau suivant est la rotation de la fibre optique en tours par mètres qui est directement liée à la réduction de PMD obtenue (le plus élevé le nombre de tours par mètres pour la rotation, la plus faible la valeur de PMD obtenue ou bien plus précisément la plus grande proportion de préformes à géométrie de cœur hétérogène donnant toutefois de faibles valeurs de PMD dans une population donnée de préformes).

Tableau

Conditions d'oscillation	Pour la poulie plate	Pour la poulie convexe
4,5 Hz & +/- 4°	0,2	2,6
4,5 Hz & +/- 6°	3,0	6,7
4,5 Hz & +/- 8°	6,4	11,9

L'amélioration due à la convexité de la surface extérieure périphérique de la poulie ressort clairement des valeurs de ce tableau.

## REVENDICATIONS

1. Système anti-PMD comprenant une poulie (P, P') oscillante en rotation, la poulie appliquant, lors du fibrage d'une fibre optique (FO), alternativement  
5 dans le sens des aiguilles d'une montre et dans le sens inverse à celui des aiguilles d'une montre, un couple de torsion à la fibre optique de manière à diminuer sa PMD, caractérisé en ce qu'au moins la partie de la surface extérieure (SE') de la poulie destinée à être en contact avec la fibre optique pendant le fibrage est convexe.
- 10
2. Système anti-PMD selon la revendication 1, caractérisé en ce que, soient R le rayon de la poulie et r le rayon de courbure de la partie convexe de la surface extérieure périphérique de la poulie, le rapport  $r/R$  est compris entre  $\frac{1}{2}$  et 1.
- 15
3. Système anti-PMD selon la revendication 1, caractérisé en ce que, soient R le rayon de la poulie et r le rayon de courbure de la partie convexe de la surface extérieure périphérique de la poulie, R est supérieur à 50mm et le rapport  $r/R$  est compris entre  $\frac{1}{4}$  et  $\frac{1}{2}$ .
- 20
4. Système anti-PMD selon la revendication 1, caractérisé en ce que, soient R le rayon de la poulie et r le rayon de courbure de la partie convexe de la surface extérieure périphérique de la poulie, R est inférieur à 50mm et le rapport  $r/R$  est compris entre 1 et 2.
- 25
5. Système anti-PMD selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que le rayon de courbure de la partie convexe de la surface extérieure périphérique (SE') de la poulie est constant sur toute la partie convexe de la surface extérieure périphérique de la poulie.
- 30
6. Système anti-PMD selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que toute la surface extérieure périphérique (SE') de la poulie est convexe.

**7.** Système anti-PMD selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le rayon de la poulie est inférieur ou égal à 100mm.

5        **8.** Système anti-PMD selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le rayon de la poulie est supérieur ou égal à 25mm.

10       **9.** Système anti-PMD selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la poulie ne comporte pas de rebords de guidage.

15       **10.** Système anti-PMD selon la revendication 9, caractérisé en ce que les oscillations de la poulie présentent une amplitude angulaire suffisamment faible pour que la fibre optique ne déjante pas de la poulie malgré l'absence de rebords de guidage sur la poulie.

20       **11.** Poulie destinée au système anti-PMD selon l'une quelconque des revendications précédentes.

**12.** Poulie, dont au moins la partie centrale de la surface extérieure périphérique (SE') est convexe, selon l'une quelconque des revendications 2 à 9, destinée à un système anti-PMD pour fibre optique.

25

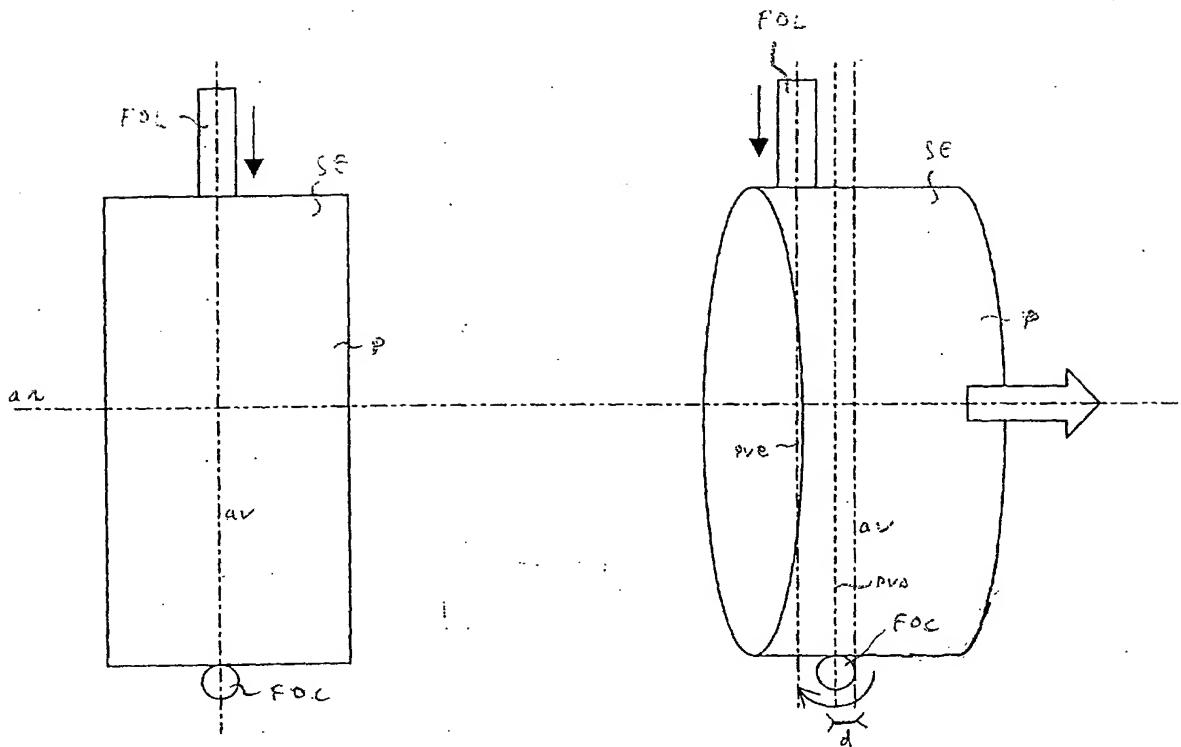


Fig 2

Fig 3

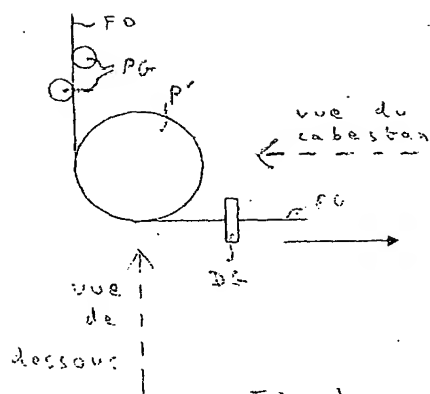


Fig 1

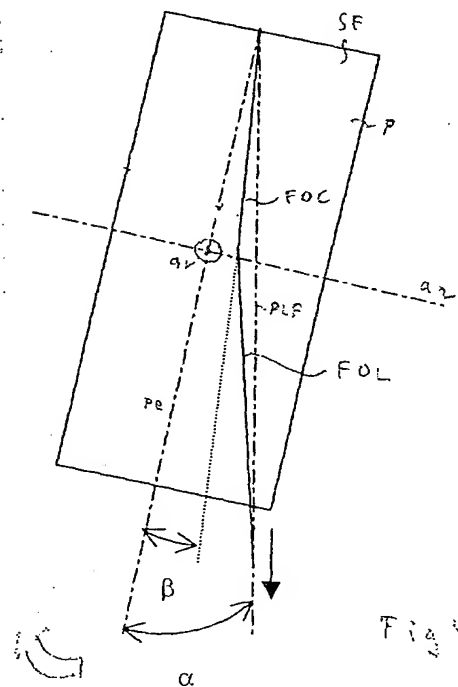


Fig 4

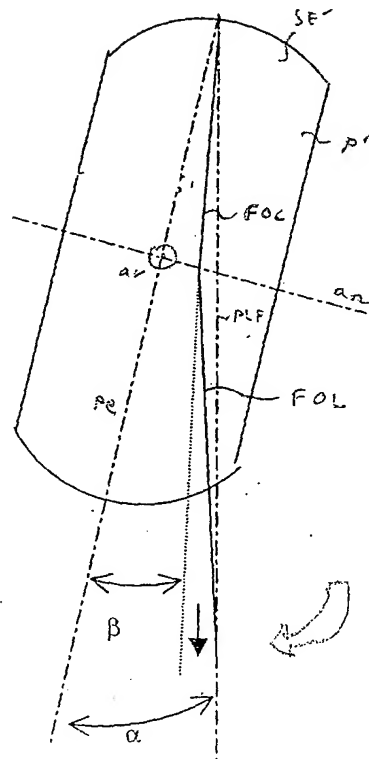
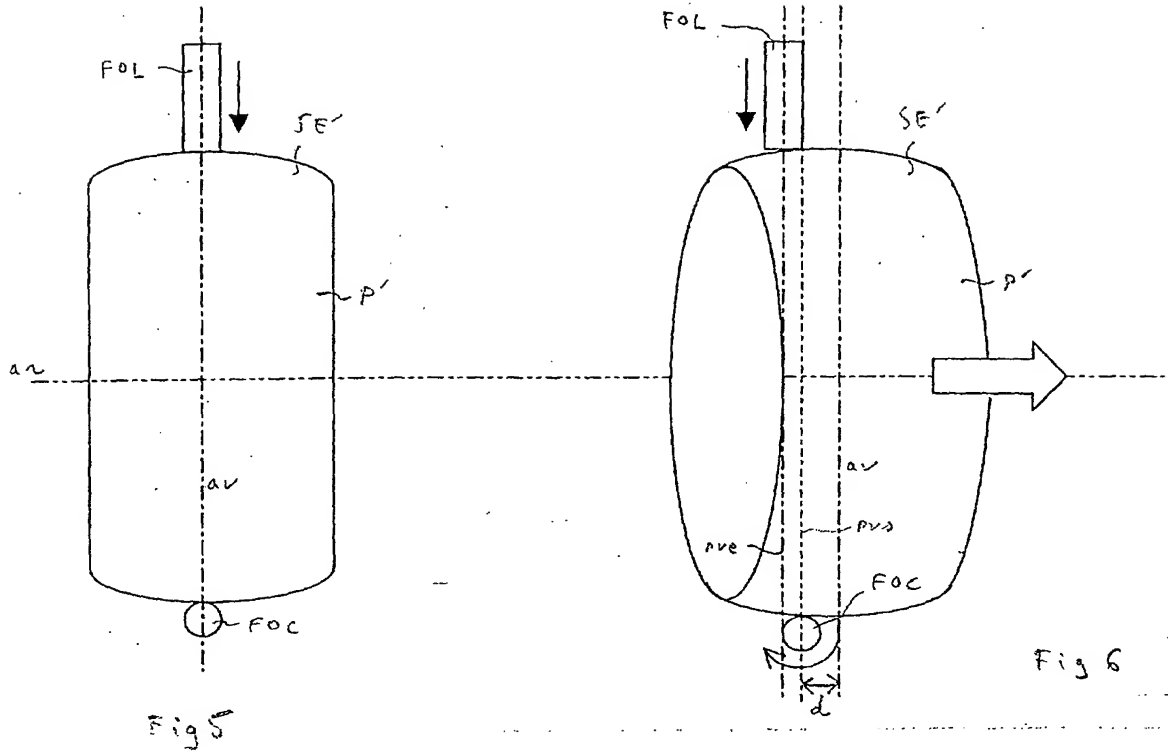


Fig 7



reçue le 27/09/02

**BREVET D'INVENTION****CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11235402

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 b.s. rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1./1.

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

CB 1137 16029

Vos références pour ce dossier <i>(facultatif)</i>		104344/RV/OOOFD/TPM	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		02711235	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) SYSTEME ANTI-PMD			
LE(S) DEMANDEUR(S) :  Société anonyme <b>ALCATEL</b>			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		LAINET	
Prénoms		Eric	
Adresse	Rue	15, RUE DES GRAVIERS	
	Code postal et ville	78600   MAISONS LAFFITTE, FRANCE	
Société d'appartenance <i>(facultatif)</i>			
Nom		DOUGDAG	
Prénoms		Kamel	
Adresse	Rue	53 RUE JEAN BROUTIN	
	Code postal et ville	78703   CONFLANS CEDEX, FRANCE	
Société d'appartenance <i>(facultatif)</i>			
Nom		BOURHIS	
Prénoms		Jean-François	
Adresse	Rue	19 ROUTE DE BETHEMONT	
	Code postal et ville	95150   TAVERNY, FRANCE	
Société d'appartenance <i>(facultatif)</i>			
DATE ET SIGNATURE(S) <del>XXXXX DEMANDEUR(S)</del> <del>XX</del> DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		9 septembre 2002 Régis VIGAND 	

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.